

P43634 DE



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 46 303 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**B 05 B 1/24**

21 Aktenzeichen: 101 46 303.0  
22 Anmeldetag: 19. 9. 2001  
43 Offenlegungstag: 17. 4. 2003

71 Anmelder:  
Marx, Rudolf, Univ.-Prof. Dr. rer. nat., Vaals, NL;  
Niethard, Fritz Uwe, Univ.-Prof. Dr. med., 52076  
Aachen, DE; Fischer, Horst, Dr.-Ing., 52074 Aachen,  
DE; Wirtz, Dieter Christian, Priv.-Doz. Dr. med.,  
52072 Aachen, DE  
  
74 Vertreter:  
Jostarndt, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
52074 Aachen

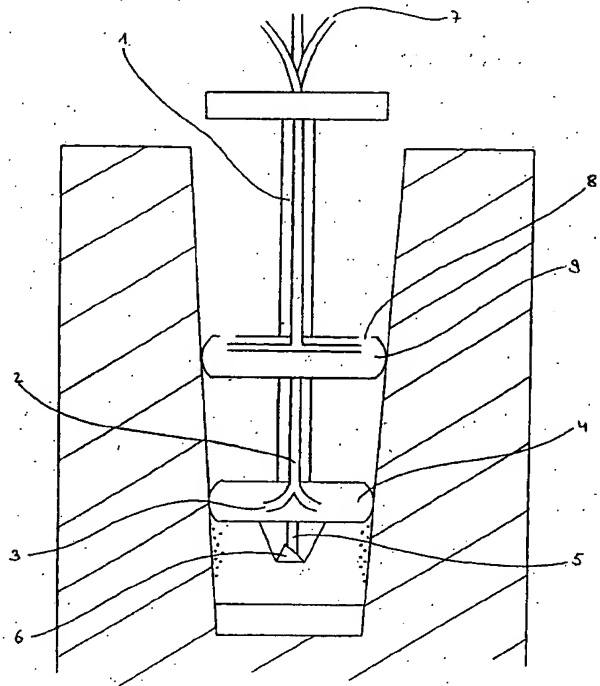
72 Erfinder:  
Marx, Rudolf, Prof. Dr. rer. nat., Vaals, NL; Niethard,  
Uwe, Prof. Dr. med., 52076 Aachen, DE; Fischer,  
Horst, Dr.-Ing., 52074 Aachen, DE; Wirtz, Dr. med.,  
Dieter Christian, Priv.-Doz., 52072 Aachen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Applikator

57 Die Erfindung betrifft einen Applikator zum Aufbringen einer Schicht auf eine Oberfläche sowie ein Verfahren zum Aufbringen einer Schicht auf eine Oberfläche. Erfindungsgemäß ist der Applikator im Wesentlichen stabförmig ausgebildet, besitzt an einem Ende Austrittsöffnungen (3) für Substanzen, welche vorzugsweise über den Stab zugeführt werden. Den Austrittsstellen (3) wird vorzugsweise durch Glasfasern elektromagnetische Strahlung im sichtbaren oder UV-Bereich zugeleitet, welche durch ein Prisma (6) auf die austretenden Substanzen gerichtet sind. In dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Substanzen aufgesprüht und dabei photopolymerisiert.



DE 101 46 303 A 1

DE 101 46 303 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Applikator zum Aufbringen von Substanzen auf Oberflächen sowie ein Verfahren zum Aufbringen von Schichten auf eine Oberfläche.

[0002] Bei der Behandlung von Oberflächen besteht häufig der Bedarf, die Oberfläche mit Schichten von Polymeren zu beaufschlagen. An diese Schichten werden dann auch bestimmte Anforderungen gestellt. So soll die Schicht bestimmte chemische Eigenschaften haben, zum Beispiel als Haftvermittler dienen oder biokompatibel sein, eine bestimmte Schichtdicke aufweisen oder schnell aushärten. In einigen Fällen besteht auch das Problem, Hohlräume von innen zu beschichten. Diese Hohlräume können höhlenförmig, rund, aber auch zylinderrförmig, wie beispielsweise Innenoberflächen von Rohren oder sogar im medizinischen Bereich von Knochen sein.

[0003] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit denen Oberflächen, insbesondere Innenoberflächen beschichtet werden können.

[0004] Ausgehend vom Oberbegriff des Anspruchs 1 wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Applikator eingesetzt wird, der über Vorrichtungen zum Aufbringen einer Substanz und Vorrichtungen zum Bestrahlen der aufgetragenen Substanz mit elektromagnetischer Strahlung verfügt.

[0005] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden monomere Anteile einer Substanz auf die Oberfläche aufgebracht und photopolymerisiert.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Im Folgenden soll die Erfindung beispielhaft beschrieben werden.

[0008] Die Fig. 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des Applikators, bei dem durch einen Zylinder 1 eine Zuleitung 2 für Substanzen, eine Absaugung 7 und ein Lichtleiter 5 in den vorderen Bereich geführt werden, der in der Figur unten abgebildet ist. Am vorderen Ende befinden sich Austrittsöffnungen 3 für die Substanzen, welche durch einen Benetzungsring 4 austreten. Unterhalb des Benetzungsringes 4 befindet sich eine optische Vorrichtung 6 (z. B. ein Prisma oder Spiegel), durch welches das Licht des Lichtleiters 5 austritt. Oberhalb der Austrittsöffnung 3 ist eine Absaugöffnung 8 angeordnet, deren Öffnungen an der Oberfläche eines Abstreifringes 9 heraustreten.

[0009] Der in Fig. 1 abgebildete Applikator ist stabförmig ausgebildet. In diesem Beispiel ist der Stab ein Zylinder 1, der einen Hohlraum aufweist. Am oberen Ende des Zylinders 1 tritt mindestens eine Zuleitung 2 in den Innenraum des Zylinders 1 ein, die am unteren Ende des Zylinders 1 in mindestens eine Austrittsöffnung 3 mündet. Durch diese Zuleitung 2 kann mindestens eine photochemisch polymerisierende Substanz zur Austrittsöffnung 3 geleitet werden. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können auch zwei, drei oder noch mehr Zuleitungen 2, 2a, 2b, 2c, 2d ... für Substanzen vorhanden sein, die von einem oder mehreren Reservoirs gespeist werden. Die Substanzen können durch Pumpeinheiten, die in der Figur nicht dargestellt sind, gefördert werden. Als Pumpeinheiten kommen beispielsweise mit Ventilen ausgestattete Gummibälle in Betracht. Dabei können auch für die Vorbehandlung der Oberfläche entsprechende Stoffe, wie beispielsweise Säuren, gefördert werden. Jede der Zuleitungen 2 kann in eine oder mehrere Austrittsöffnungen 3, 3a, 3b ... münden. Vorzugsweise mündet jede Zuleitung 2 in mehrere, zum Beispiel 5, 6, 7, oder 8 Austrittsöffnungen 3, 3a, 3b, 3c, 3d ..., die vorzugsweise vom Zentrum des zylinderrförmigen Stabes im Wesentlichen radial nach außen gerichtet und im Wesentlichen gleichen Winkel zueinander angeordnet sind. Dies ist insbe-

sondere für die Innenbeschichtung von rohrförmigen Körpern von Vorteil. Die Austrittsöffnungen 3, 3a, 3b ... können jede beliebige Form, wie einfache Öffnungen oder Schlauchaustritte annehmen, jedoch ist eine Düsenform bevorzugt, welche die austretenden Substanzen auch noch zerstäuben und somit für eine besonders gleichmäßige Beschichtung sorgen. Die Austrittsöffnungen 3, 3a, 3b ... können sternförmig durch kleine Röhrchen von dem Zylinder 1 ausgehen. Der Druck, mit dem die meist flüssigen Substanzen aus den Austrittsöffnungen 3 austritt, beträgt vorzugsweise 0,05 bis 2,0 bar. Besonders bevorzugt sind 0,2 bis 1,0 bar. Zur Unterstützung der Beschichtung kann ein ringförmiger Körper, wie in Fig. 1 dargestellt, als Benetzungsring 4 fungieren. In dieser Ausführungsform enden die Zuleitungen 2, 2a, 2b, ... im Benetzungsring 4 und gehen in die Austrittsöffnungen 3, 3a, 3b, ... über, welche sich auf der Oberfläche des Benetzungsringes 4 befinden. Die Austrittsöffnungen 3, 3a, 3b, ... befinden sich vorzugsweise auf dem Außenumfang des ringförmigen Körpers, da dort auch die beste Verteilung der austretenden Stoffe durch diesen Benetzungsring 4 stattfindet. Die Austrittsöffnungen 3 können sich jedoch auch auf der oberen oder unteren Seite des ringförmigen Körpers befinden. Der Benetzungsring 4 besteht vorzugsweise mindestens teilweise aus elastischem Material. Es können jedoch andere Materialien, wie Weich- oder Hartgummi oder ein poröser Gummi (z. B. Moosgummi) oder Silikone eingesetzt werden. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht der Benetzungsring wenigstens in seinem Außenbereich aus biokompatiblen Material. Dies ermöglicht zum Beispiel den Einsatz des Applikators bei medizinischen Operationen, insbesondere bei der Beschichtung des Innenraumes von Knochen. Als biokompatible Materialien kommen beispielsweise Werkstoffe auf Silikonbasis in Betracht. Durch Hin- und Herschieben des Applikators oder auch nur durch Ziehen in eine Richtung kann die aufgetragene Substanz mittels des Benetzungsringes 4 gleichmäßig verteilt werden. Der Benetzungsring 4 hat vorzugsweise einen Durchmesser von 10 bis 60 mm. Je nach Anforderung kann der Benetzungsring 4 auch auswechselbar angebracht sein und verschiedene Durchmesser aufweisen.

[0010] Erfindungsgemäß ist der Applikator weiterhin mit Mitteln zum Eintrag von elektromagnetischer Strahlung, insbesondere sichtbarem und UV-Licht ausgestattet. Dem Applikator ist entweder fest verbunden oder frei zuschaltbar eine Strahlungsquelle zugeordnet, welche beispielsweise Licht der Wellenlänge 380, 300, 254 oder 248 nm ausstrahlt. Besonders bevorzugt ist ein Wellenlängenbereich in der Größenordnung von 380 nm, jedoch kann jede Wellenlänge eingesetzt werden, die zur Photopolymerisation der entsprechenden Substanzen geeignet ist. Als Strahlungsquellen kommen beispielsweise Xenon-, Xenonhochdrucklampen oder Quecksilberdampflampen oder Laser der gewünschten Wellenlänge in Betracht. Entsprechend kann jede Strahlungsquelle eingesetzt werden, welche zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung geeignet ist, die eine Photopolymerisation von Substanzen bewirkt. Die jeweilige erforderliche Wellenlänge richtet sich nach dem Absorptions- und Aktivierungsverhalten der Substanzen. Die Strahlungsquelle, die in der Figur nicht dargestellt ist, steht mit Lichtleitern 5 in Verbindung, welche die Strahlung durch den Zylinder 1 einem Prisma 6 oder einer entsprechenden optischen Vorrichtung zuführen. Die Lichtleiter bestehen vorzugsweise aus Glasfasern, besonders bevorzugt aus Quarzglasfasern, wenn UV-Licht weitergeleitet werden soll.

[0011] Die Lichtaustrittsstelle, die vorzugsweise mit dem Prisma 6 oder einem Quarzprisma ausgestattet ist, befindet sich im Bereich der Austrittsstellen für die zu polymerisie-

renden Stoffe. Das Prisma oder die entsprechende optische Vorrichtung kann auch aus einem geeigneten Kunststoff hergestellt sein. Mit Austrittsstelle ist jede Position gemeint, die geeignet ist, genügend Licht an die Stellen zu strahlen, um eine Polymerisation der Substanzen auf der zu beschichtenden Oberfläche zu bewirken. Vorzugsweise beträgt der Abstand zwischen den Austrittsöffnungen 3 und der Lichtaustrittsstelle 5 bis 200 mm. Je nachdem, ob das Licht durch das bevorzugte Prisma 6 oder austretende Glasfasern auf die auszuhärtenden Bereiche gelenkt wird, kann der Austritt direkt an dem Benetzungsring 4, zwischen einzelnen Austrittsdüsen, für den Fall, dass die Stoffe durch eine sternförmige Düsenanordnung aufgebracht wird, oder auch unterhalb der Austrittsöffnungen angebracht sein.

[0012] In einer wenig bevorzugten Ausführungsform kann das zur Photopolymerisation eingebrachte Licht auch ohne besondere Lenkung im unteren Bereich des Zylinders 1, nämlich in der Nähe der Austrittsöffnungen 3, 3a, 3b, 3c ... diffus eingebracht werden, zum Beispiel durch einen Glas- oder Kunststoffkörper beliebiger Gestalt.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist der Applikator mit Mitteln zum Absaugen von Flüssigkeit ausgestattet. Hierzu ist eine Absaugleitung 7 vorgesehen, welche durch den Stab geführt wird und oberhalb bzw. hinter den Austrittsöffnungen 3 für den Auftrag der Substanzen endet. In einer einfachen Ausführungsform sind lediglich Absaugöffnungen 8 vorhanden, welche sich in dem Zylinder 1 befinden. Die Absaugöffnungen 8 können auch in Form von Röhrchen vorliegen, die aus dem Zylinder 1 austreten und die in der Figur nicht abgebildet sind. In einer ersten zweckmäßigen Ausführungsform ist mindestens eine Absaugöffnung 8 vorhanden. Vorzugsweise sind jedoch mehrere Absaugöffnungen 8 angebracht. In einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform besitzt der Applikator einen Abstreifring 9, der sich oberhalb der Austrittsöffnung 3 befindet. Der Abstreifring 9 ist vorzugsweise wenigstens teilweise aus elastischem Material ausgebildet. Grundsätzlich können die gleichen Materialien wie beim Benetzungsring eingesetzt werden. In bevorzugten Ausführungsformen befinden sich die Absaugöffnungen 8 auf dem Außenradius des Abstreifringes 9 und/oder auf der dem Benetzungsring 4 abgewandten Seite.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können die Absaugöffnungen 8 und die Austrittsöffnungen 3 in ihrem Längsabstand zueinander verstellbar und beweglich angebracht sein. Hierzu kann zum Beispiel eine verstellbare Verschraubung dienen.

[0015] Bei der hier beschriebenen Ausführungsform werden der Lichtleiter 5, die Zuleitungen 2 und die Absaugleitungen 7 im Zentrum des Zylinders 1 geführt. In einer weniger bevorzugten Ausführungsform ist es auch denkbar, diese Leitungen außerhalb des Stabes zu führen.

[0016] Die beschriebene Ausführungsform der Erfindung ist besonders gut geeignet für die Innenbeschichtung von Rohren oder die Behandlung von Aushöhlungen in Knochen, die aus medizinischen Gründen ausgefräst werden mussten.

[0017] In der allgemeinsten Form ist die erfindungsgemäße Vorrichtung als Kombination von Auftragsmitteln für polymerisierbare chemische Komponenten und eine Strahlungsquelle für elektromagnetische Strahlung aufzufassen, die je nach Anwendungsgebiet unterschiedlich ausgestaltet sein kann. Für die Beschichtung einer im Wesentlichen glatten Oberfläche kann an Stelle eines Benetzungsrings 4 ein Düsenkamm und eine längliche Lichtaustrittsstelle treten. Der Applikator ist vorzugsweise stabförmig ausgebildet, jedoch können auch Abweichungen von einer geraden Geometrie vorteilhaft sein, zum Beispiel, wenn ein von innen zu

beschichtendes Rohr gekrümmt ist.

[0018] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren kann mindestens eine chemische Komponente auf eine Oberfläche aufgespritzt werden und im Wesentlichen gleichzeitig photochemisch polymerisiert werden.

## Beispiel

### Medizinische Anwendung

[0019] Der erfindungsgemäße Applikator kann beispielsweise in der Orthopädie zur Aufbringung einer Beschichtung in einen implantatspezifisch präparierten Knochen zur stabilen Verankerung einer Prothese eingesetzt werden. Ist eine alte Prothese zu ersetzen, so wird das alte Implantat aus dem Knochen, beispielsweise dem Femur, entfernt und die innere Oberfläche des so freigelegten, natürlichen Femurs behandelt, damit das neue Implantat eingesetzt werden kann. Hierzu kann ein Verfahren der Anmelder verwendet werden, das unter dem Aktenzeichen ACFMW 5101 PDE am selben Tag angemeldet worden ist, wie diese Anmeldung. Zu diesem Zweck wird durch die Zuleitung 2 eine schwache Säure, wie beispielsweise Zitronensäure, Maleinsäure oder Phosphorsäure den Austrittsstellen 3, 3a, 3b, 3c ... zugeführt und mit dem Benetzungsring 4 mit der Knochenoberfläche in Kontakt gebracht. Davor oder zeitgleich wird der Abstreifring 9 hin und her oder auch nur in eine Richtung bewegt und mittels der Absaugung Blut oder Körperflüssigkeit durch die Absaugöffnungen 8, 8a, 8b, 8c ... abgezogen, um die Knochenoberfläche für die Benetzung mit der schwachen Säure vorzubereiten. Der Applikator wird dabei in Richtung des Abstreifringes 9 gezogen. In einem weiteren Schritt wird den Austrittsöffnungen 3a, 3b, 3c ... oder 3i, 3j, 3k durch eine andere Zuleitung 2a ein amphiphiles Molekül, wie 2-Hydroxyethylmethacrylat zugeführt, welches wiederum mit dem Benetzungsring 4 auf der Innenoberfläche des Femurs verteilt wird. In einem weiteren Schritt wird durch eine weitere Zuleitung 2b ein photopolymerisierendes Monomer den Austrittsöffnungen 3a, 3b, 3c, 3i, 3j, 3k oder 3x, 3y, 3z zugeführt, mit dem Benetzungsring 4 verteilt und gleichzeitig mittels der Strahlungsquelle, dem Lichtleiter 5 und dem Prisma 6 mit elektromagnetischer Strahlung einer geeigneten Wellenlänge bestrahlt. Als photopolymerisierendes Monomer kommt beispielsweise ein Gemisch aus Bisphenolglycidylmethacrylat und Triethylenglycoldimethacrylat in Betracht. Die eingestrahlte Wellenlänge kann 300 nm betragen.

[0020] Die auf diese Weise präparierte beschichtete Innenoberfläche des Knochens, vorzugsweise dem Femur oder der Hüftpfanne, kann dann mit Knochenzement (PMMA) gefüllt werden, welcher die Prothese aufnimmt. Die mit dem Applikator aufgebrachte Schicht dient nun als Haftvermittler für das PMMA mit dem Knochen.

### Bezugszeichenliste

- 1 Zylinder
- 2 Zuleitung
- 3 Austrittsöffnungen
- 4 Benetzungsring
- 5 Lichtleiter
- 6 Prisma
- 7 Absaugung
- 8 Absaugöffnung
- 9 Abstreifring

1. Applikator zum Aufbringen einer Schicht auf eine Oberfläche, **dadurch gekennzeichnet**, dass er Mittel zum Aufbringen einer Substanz und Mittel zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung umfasst. 5
2. Applikator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Applikator im Wesentlichen stabförmig ist.
3. Applikator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Erzeugen einer elektromagnetischen Strahlung ein Prisma oder eine andere geeignete optische Vorrichtung (6), welche am Ende des Stabes angebracht ist und eine Zuleitung für elektromagnetische Strahlung umfassen, die die Strahlung entlang des Stabes von der Strahlungsquelle in das Prisma einbringen. 10
4. Applikator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Zuleitung der elektromagnetischen Strahlung Glasfasern sind. 20
5. Applikator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Aufbringen einer Substanz mindestens eine Zuleitung (2) umfassen, welche in Austrittsstellen (3) münden, die dem Prisma (6) benachbart sind. 25
6. Applikator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass er drei Zuleitungen (2) besitzt, welche in Austrittsstellen (3) münden.
7. Applikator nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsstellen (3) ausgehend vom Zentrum des Stabes im Wesentlichen radial nach außen gerichtet sind. 30
8. Applikator nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsstellen als Düsen, einfache Öffnungen oder Schlauchenden ausgebildet sind. 35
9. Applikator nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass er im Bereich der Austrittsstellen (3) einen Benetzungsring (4) besitzt, welcher den Stab umgibt. 40
10. Applikator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Austrittsstellen (3) im Benetzungsring (4) befinden.
11. Applikator nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Körper (4) wenigstens in seinem Randbereich aus elastischem Material besteht. 45
12. Applikator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das elastische Material ein geschäumtes Polymer ist. 50
13. Applikator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass er Mittel zum Absaugen umfasst, deren Absaugöffnungen (8) hinter den Austrittsstellen (3) angebracht sind.
14. Applikator nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Abstreifring (9) besitzt. 55
15. Applikator nach Anspruch 13 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Abstreifring (9) zwischen den Absaugöffnungen (8) und den Austrittsstellen (3) befindet. 60
16. Applikator nach Anspruch 13 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Absaugöffnungen (8) auf dem Abstreifring (9) befinden.
17. Applikator nach Anspruch 14 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstreifring (9) aus elastischem Material besteht. 65
18. Applikator nach Anspruch 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet,

- kennzeichnet, dass der Abstreifring (9) mindestens teilweise aus Polyurethanschaum besteht.
19. Applikator nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass er über Mittel verfügt, welche den Abstand zwischen den Austrittsstellen (3) und den Absaugöffnungen (8) verändern.
20. Applikator nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Strahlungsquelle für sichtbares und/oder UV-Licht umfasst.
21. Applikator nach einem oder mehreren der vorhergegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Mittel zur Reinigung enthält.
22. Applikator nach einem oder mehreren der vorhergegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Mittel zur Absaugung und/oder Spülung enthält.
23. Applikator nach einem oder mehreren der vorhergegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Abstreifring enthält.
24. Verwendung eines Applikators nach einem oder mehreren der vorhergegangenen Ansprüche zur Implantation eines Implantates und/oder einer Prothese oder einer Komponente des Implantates und/oder der Prothese.
25. Verfahren zum Aufbringen von Schichten auf eine Oberfläche, dadurch gekennzeichnet, dass die Substanzen auf die Oberfläche aufgesprüht oder allgemein aufgetragen und photopolymerisiert werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

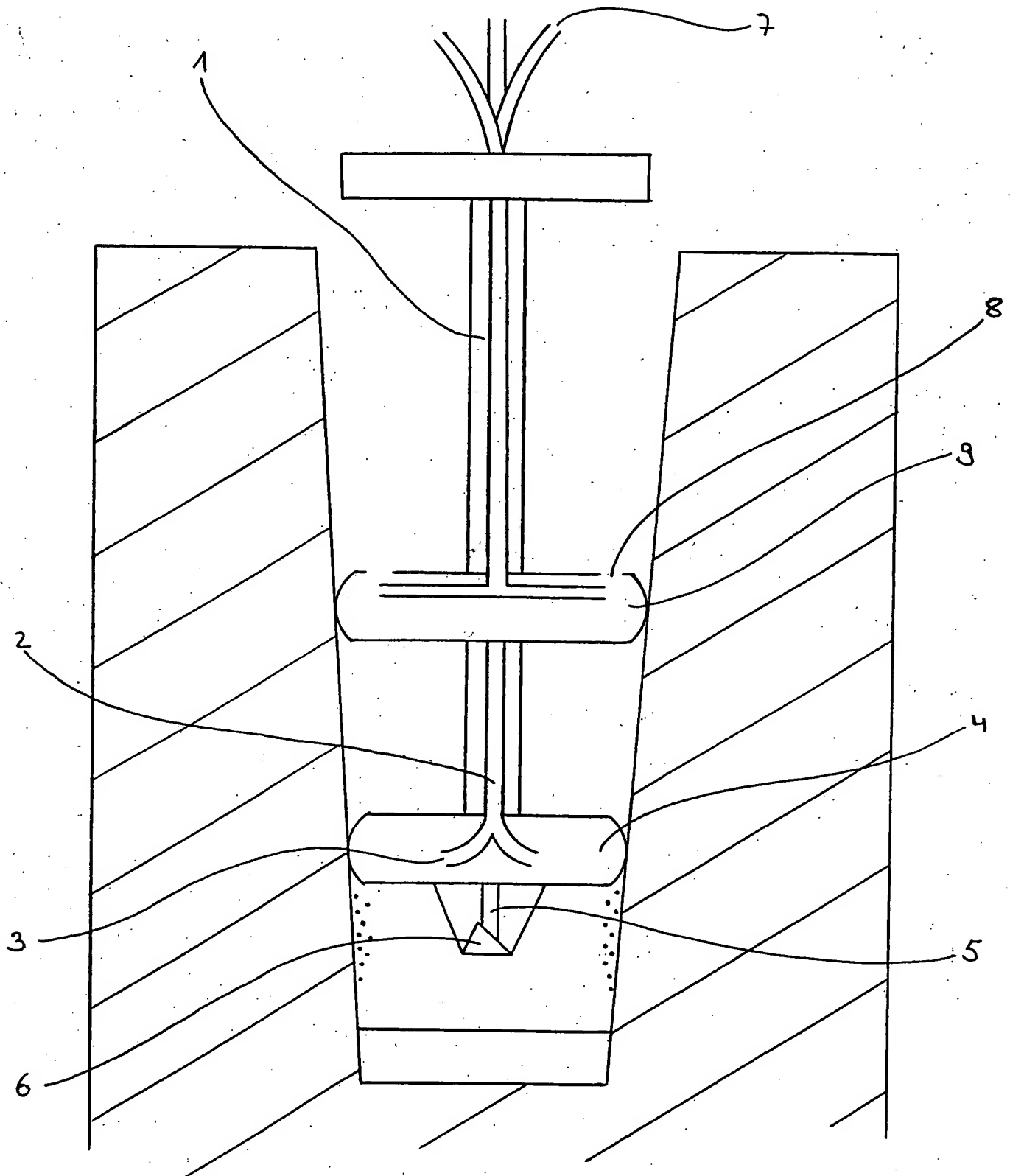


Fig. 1